

① BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

② Offenlegungsschrift
⑪ DE 3629403 A1

② Aktenzeichen: P 36 29 403.9
② Anmeldetag: 29. 8. 86
③ Offenlegungstag: 3. 3. 88

⑤ Int. Cl. 4:
H 04 N 1/46
// G03F 3/08

Behördeneigentum

DE 3629403 A1

⑦ Anmelder:
Agfa-Gevaert AG, 5080 Leverkusen, DE

⑦ Erfinder:
Fuchsberger, Hermann, Dipl.-Ing., 8045 Ismaning, DE

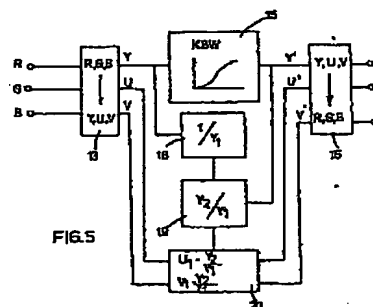
⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE-PS 31 26 084
DE-OS 24 28 427
DE-OS 22 37 784
US 31 53 698
EP 01 68 818
EP 01 45 801
EP 00 70 680

US-Z: SMPTE Journal, March 1986, S.287-294;

⑤ Verfahren zur Korrektur der Farbsättigung bei der elektronischen Bildverarbeitung

Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zur selbsttätigen Korrektur der Farbsättigung bei der elektronischen Bildverarbeitung, bei dem eine zweidimensionale Bildvorlage nach Zeilen und Spalten in drei Primärfarben elektrooptisch abgetastet wird. Die resultierenden Bildsignale werden in ein Luminanzsignal Y und zwei Farbdifferenzsignale bzw. Chrominanzsignale C1, C2 transformiert. Durch eine elektronische Kontrastverarbeitung des Bildes verändert sich auch das Luminanzsignal Y. Die Luminanzsignale Y_1 , Y_2 werden vor und nach der Kontrastverarbeitung erfaßt und die beiden Chrominanzsignale C1, C2 werden mit dem Quotienten Y_2/Y_1 der beiden Luminanzsignale multipliziert, so daß die mit einer Helligkeitsverminderung einhergehende Zunahme der Farbsättigung und vice versa die mit einer Helligkeitszunahme einhergehende Abnahme der Farbsättigung automatisch kompensiert werden.



Best Available Copy

DE 3629403 A1

Patentansprüche

1. Verfahren zur selbsttätigen Korrektur der Farbsättigung bei der elektronischen Bildverarbeitung, bei dem eine zweidimensionale Bildvorlage nach Zeilen und Spalten in drei Primärfarben elektrooptisch abgetastet wird, die resultierenden Bildsignale in ein Luminanzsignal Y und zwei Farbdifferenzsignale bzw. Chrominanzsignale C_1 , C_2 transformiert werden und das Luminanzsignal Y durch eine elektronische Kontrastverarbeitung des Bildes verändert wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Luminanzsignale Y_1 , Y_2 vor und nach der Kontrastverarbeitung erfaßt werden und die beiden Chrominanzsignale C_1 , C_2 mit dem Quotienten Y_2/Y_1 der beiden Luminanzsignale multipliziert werden, so daß die mit einer Helligkeitsverminderung einhergehende Zunahme der Farbsättigung und vice versa die mit einer Helligkeitszunahme einhergehende Abnahme der Farbsättigung automatisch kompensiert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zu den drei Primärfarben R , G , B gehörenden Bildsignale in an sich bekannter Weise in ein Luminanzsignal Y und die beiden Chrominanzsignale U , V transformiert werden und die beiden Chrominanzsignale mit dem Quotienten Y_2/Y_1 der Luminanzsignale vor und nach der Kontrastverarbeitung multipliziert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Quotient Y_2/Y_1 zusätzlich mit einem Korrekturfaktor k multipliziert wird, der ausgehend von kleinen Werten von Y_2/Y_1 relativ groß eingestellt wird und zu großen Werten von Y_2/Y_1 hin abnimmt.

Beschreibung

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur selbsttätigen Korrektur der Farbsättigung bei der elektronischen Bildverarbeitung, bei dem eine zweidimensionale Bildvorlage nach Zeilen und Spalten in drei Primärfarben elektrooptisch abgetastet wird, die resultierenden Bildsignale in ein Luminanzsignal Y und zwei Farbdifferenzsignale bzw. Chrominanzsignale C_1 , C_2 transformiert werden und das Luminanzsignal Y durch eine elektronische Kontrastverarbeitung des Bildes verändert wird.

Die oben erwähnte Transformation ist grundsätzlich aus der Videotechnik bekannt. Dabei geht es in erster Linie darum, mit elektronischen Mitteln Farbkorrekturen vorzunehmen, wenn aufnahmebedingte Farbfehler vorhanden sind (z. B. Farbstich) oder bei der Übertragung Farbverfälschungen entstehen, die kompensiert werden müssen. Bei der elektronischen Bildverarbeitung sollen häufig die Farbsättigung und die Farbkontaste eines Bildes angehoben bzw. an die vorgegebenen Eigenschaften des fotografischen Aufzeichnungsmaterials optimal angepaßt werden. Die Grundlagen der elektronischen Farbkorrektur sind z. B. beschrieben in den Büchern H. Lang, Farbmeterik und Farbfernsehen, R. Oldenbourg-Verlag, München, Wien, 1978, Seite 326 bis 334 und Seite 431 ff. sowie W. K. Pratt, Digital Image Processing, John Wiley & Sons, New York/Chichester/Brisbane/Toronto; 1978, insbesondere Seite 50 bis 90 und Seite 155 bis 161.

Die Kontrastbewertung im Luminanzkanal wird bei der elektronischen Bildverarbeitung durchgeführt, um

die Gradation des gesamten Übertragungssystems an das fotografische Aufzeichnungsmaterial anzupassen (globale Kontrastbewertung) und um den Kontrast in bestimmten Bildbereichen anzuheben (lokale Kontrastbewertung). Auf diese Weise kann eine Bildverschärfung erreicht werden. Die Grundlagen dieser Methoden sind ausführlich beschrieben in den Büchern F. M. Wahl, Digitale Bildverarbeitung, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo; 1984 und W. K. Pratt, Digital Image Processing (i.c. siehe oben).

Bei der Reproduktion farbiger Original-Bilder (Positiv-Positiv) oder bei der Herstellung farbfotografischer Positiv-Bilder von Color-Negativ-Vorlagen wird in zunehmendem Maße auf die elektronische Farbverarbeitung unter Verwendung von Farbkorrekturschaltungen zurückgegriffen (siehe z. B. EP 70 680, EP 1 31 430 und EP 1 68 818). Grundlage ist dabei, daß die Bildvorlage nach Zeilen und Spalten abgetastet (gescannt) wird und die resultierenden Bildsignale nach bestimmten Kriterien modifiziert werden. Die zu einem Bild gehörenden Bildsignale werden in der Regel digitalisiert und können in Digitalspeichern abgelegt bzw. zwischengespeichert werden. Die Abtastung der Bildvorlage erfolgt normalerweise seriell für die drei Primärfarben rot, grün, blau (RGB).

Erfahrungsgemäß müssen zur Erzeugung optimaler Positiv-Bilder folgende Bildparameter eingestellt bzw. verändert werden können:

- a) Farbbalance
- b) Farbsättigung
- c) Kontrast (Gradation).

Dabei besteht häufig die Schwierigkeit, daß sich diese Parameter nicht unabhängig voneinander einstellen lassen. Bei einer veränderten Einstellung der Gradation verschiebt sich z. B. auch die Farbsättigung. Aus diesem Grund werden in der Videotechnik die RGB-Bildsignale in ein Helligkeitssignal und zwei nur die Farbinformation enthaltende Chrominanzsignale transformiert. Bei der elektronischen Bildverarbeitung hat sich gezeigt, daß bei einer Kontrastverschiebung im Luminanzkanal eine Beeinflussung der Farbsättigung in den Chrominanzkanälen auftreten kann. Diese Farbsättigungsverschiebung kann bei hohen Anforderungen an die Bildqualität nicht toleriert werden. Insbesondere wurde beobachtet, daß bei einer Anhebung der Helligkeit (höhere Verstärkung des Luminanzsignals) eine Entsättigung des Bildes eintritt, während bei einer Absenkung der Helligkeit das Bild stärker gesättigt erscheint.

Hier setzt die Erfindung an. Es lag die Aufgabe zugrunde, neue schaltungstechnische Maßnahmen bei der elektronischen Bildverarbeitung einzuführen, die eine vollständige Entkoppelung der Farbsättigung von den Kontrasteigenschaften des Bildes ermöglichen. Zur Einstellung und Anpassung der Gradation sind im Luminanzkanal oft relativ starke Kontrastveränderungen erforderlich. Die mit diesen Kontrastveränderungen einhergehenden, visuell auffälligen und die Bildqualität beeinträchtigenden Sättigungsverschiebungen sollen durch die Erfindung vermieden werden.

Diese Aufgabe wird, ausgehend von dem eingangs beschriebenen Verfahren, erfahrungsgemäß dadurch gelöst, daß die Luminanzsignale Y_1 , Y_2 vor und nach der Kontrastverarbeitung erfaßt werden und die beiden Chrominanzsignale C_1 , C_2 mit dem Quotienten Y_2/Y_1 der beiden Luminanzsignale multipliziert werden. Dadurch wird erreicht, daß die mit einer Helligkeitsvermin-

derung einhergehende Zunahme der Farbsättigung und vice versa die mit einer Helligkeitszunahme einhergehende Abnahme der Farbsättigung automatisch kompensiert werden. Dies hat in der Praxis eine beträchtliche Verbesserung der optischen Bildqualität zur Folge, wenn im Rahmen der Kontrastverarbeitung eine relativ starke Anhebung oder Abschwächung der Kontraste erfolgt, wie sie z. B. bei Gradationskorrekturen auftreten.

Zur Transformation der Bildsignale in ein die Helligkeit bzw. Leuchtdichte bestimmendes Luminanzsignal und zwei die Farbinformation enthaltende Chrominanzsignale wird zweckmäßig die aus der Fernsehtechnik bekannte $RGB \rightarrow YUV$ -Transformation herangezogen, bei der den zu den drei Primärfarben RGB gehörenden Bildsignalen jeweils ein Luminanzsignal Y und zwei Chrominanzsignale U, V zugeordnet werden.

Eine weitere Verbesserung der Bildqualität kann erzielt werden, wenn der Quotient Y_2/Y_1 zusätzlich mit einem Korrekturfaktor k multipliziert wird, der ausgehend von kleinen Werten von Y_2/Y_1 relativ groß eingestellt wird und zu großen Werten von Y_2/Y_1 hin abnimmt. Auf diese Weise erfolgt in Einklang mit der physiologisch bedingten Wahrnehmungsfähigkeit des menschlichen Auges hinsichtlich von Farbsättigungsunterschieden bei kleinen Änderungen des Luminanzsignals (kleine Kontrastanhebung) eine stärkere Farbsättigungskorrektur als bei großen Änderungen des Luminanzsignals (starke Kontrastanhebung).

Wesentlich ist bei dem erfindungsgemäßen Verfahren, daß die Nachregelung der Farbsättigung in Abhängigkeit der durch die Kontrastverarbeitung modifizierten Luminanzsignale selbsttätig, d. h. ohne externe Eingabe oder Einstellungen, erfolgt. Aufgrund der automatischen Nachregelung der Farbsättigung bleibt der ausgewogene Farbeindruck des Bildes unbeschadet der kontrastverarbeitenden Maßnahme erhalten.

Im folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren anhand von Blockschaltbildern und Prinzipskizzen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 die drei Hauptmodule der elektronischen Bildverarbeitung mit der Bildabtastvorrichtung (Scanner), dem eigentlichen Bildverarbeitungsteil und der Bildausgabevorrichtung (Printer),

Fig. 2 ein schematisiertes Blockschaltbild des Bildprozessors im Bildverarbeitungsteil,

Fig. 3 die Darstellung eines Farbvektors im Luminanz-Chrominanz-Farbraum,

Fig. 4 eine bei der elektronischen Kontrastverarbeitung zugrundegelegte S-förmige Gradationskennlinie,

Fig. 5 ein Prinzipschaltbild für die selbsttätige Regelung der Farbsättigungskorrektur in Abhängigkeit der Bildhelligkeit,

Fig. 6 das Prinzip einer auf der Basis einer sublinearen, aussteuerbegrenzten Kennlinie modifizierten Farbsättigungskorrektur und

Fig. 7 ein Prinzipschaltbild für die modifizierte Farbsättigungskorrektur auf Basis der Kennlinie nach Fig. 6.

Gemäß Fig. 1 wird die Bildvorlage mit dem Scanner 1 nach Zeilen und Spalten abgetastet, so daß für jeden Bildpunkt ein elektrisches Bildsignal gewonnen wird. Der Scanner 1 besteht aus einem CCD-Zeilensensor (Zeilen horizontal), der in vertikaler Richtung mit konstanter Geschwindigkeit über die Bildfläche gefahren wird (scanning). Die Abtastung erfolgt nacheinander für die drei Primärfarben rot, grün, blau (R, G, B). Zu diesem Zweck werden geeignete Farbfilter in den Lichtweg zwischen CCD-Zeilensensor und Bildvorlage ein-

geschwenkt. Das elektrooptisch abgetastete Bild besteht hier aus 2048 Bildpunkten pro Zeile (horizontal) und 1024 Zeilen (vertikal), so daß einem Bild insgesamt 2048×1024 Bildelemente (Pixel) in jeder der drei Primärfarben R, G, B zugeordnet sind. Eine Korrekturschaltung (nicht gezeigt) sorgt dafür, daß CCD-spezifische Fehler, z. B. unterschiedliche Empfindlichkeiten der CCD-Elemente und Dunkelströme, eliminiert werden. Die korrigierten Bildsignale werden anschließend digitalisiert. Erst danach erfolgt die eigentliche elektronische Bildverarbeitung, die in Fig. 1 zu dem Block 2 (strichpunktiert) zusammengefaßt ist. Das letzte Glied in der Bildverarbeitungskette ist die Bildausgabevorrichtung 3, hier ein Kathodenstrahl-Printer (CRT-Printer), der die elektrischen Bildsignale wieder in ein optisches Bild umwandelt, das dann auf das fotografische Aufzeichnungsmaterial, z. B. Color-Negativ-Papier, aufbelichtet wird. Wesentlich ist dabei, daß im Printer das optische Bild Punkt für Punkt durch Umwandlung der elektrischen Bildsignale aufgebaut wird. Im Prinzip kann also jedes Pixel der Bildverarbeitung unterzogen und anschließend an der der Originalvorlage entsprechenden Koordinate auf dem Aufzeichnungsträger ausgegeben werden.

Die eigentliche elektronische Bildverarbeitung erfolgt in dem Bildprozessor 4, der über eine Eingabe 5 extern gesteuert werden kann. Vor und nach dem Bildprozessor 4 wird das Bild in den Speichern 6 und 7 ($SP1$ und $SP2$) abgelegt. Durch diese Zwischenspeicher erreicht man, daß ein Bild vom Printer 3 aus dem Speicher 7 abgerufen und aufgezeichnet werden kann, während gleichzeitig schon ein neues Bild in den Speicher 6 eingelesen und vom Bildprozessor verarbeitet wird. Die drei Grundvorgänge Abtastung durch den Scanner 1, Bildverarbeitung im Bildprozessor 4 und Bildaufzeichnung durch den Printer 3 können somit entkoppelt werden. Das für die Aufzeichnung bestimmte Bild kann nach Zwischenspeicherung (8) mittels eines Monitors 9 betrachtet werden. Diese Blöcke werden hier ebenfalls der Bildverarbeitung 2 zugerechnet.

Bei der vorliegenden Erfindung geht es in erster Linie um spezielle elektronische Maßnahmen zur Bildanpassung und Bildverbesserung, wobei letzten Endes die Beurteilungskriterien bei der visuellen Betrachtung der fertigen Bilder maßgebend sind. Im einzelnen übernimmt der Bildprozessor 4 folgende Aufgaben und Funktionen:

- a) Einstellung der Farbbalance,
- b) Einstellung der Farbsättigung in mehreren Stufen,
- c) bildbezogene Einstellung der Gradation,
- d) Bildschärfeverbesserung.

Die Bildprozessorfunktionen sollen nun im einzelnen anhand von Fig. 2 erläutert werden. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der bildgerechten, automatischen Korrektur der Farbsättigung, wenn gleichzeitig eine globale oder lokale Kontrastverarbeitung zur Verbesserung der Bildschärfe durchgeführt wird.

Gemäß Fig. 2 umfaßt der Bildprozessor die Blöcke 10 bis 17. Die im Bildspeicher 6 (Speicher $SP1$) abgelegten Bildsignale werden zunächst einer Farbmatrix 10 zugeführt, mit deren Hilfe Nebendichten der Farbstoffe (Übersprechen) korrigiert werden können. Bei der Farbmatrix handelt es sich um einen programmierten Festwertspeicher ($PROM$), bei dem jedem ursprünglichen Bildsignal $A(x, y)$ ein korrigiertes Bildsignal $A'(x, y)$

zugeordnet ist. Ein in diesem Sinne als Tabelle programmierter Speicher wird daher auch als Look-up-Table (abgekürzt LUT), bezeichnet. Die erwähnten Farbkorrekturen können erst nach dem Speicher 6 vorgenommen werden, weil hier erstmalig die Bildsignale aller drei Farbauszüge *RGB* parallel anstehen. Anschließend werden die dichtelinenaren Bildsignale ebenfalls mit Hilfe einer Look-up-Table 11 delogarithmiert, so daß von diesem Punkt ab wieder transparenzlineare Bildsignale zur Verfügung stehen.

Mit dem Farbbalance-Regler 12 können nicht systembedingte Farbabweichungen (z. B. Farbstich) kompensiert werden oder eine bewußte Abweichung vom standardmäßigen Graupunkt (Unbunt-Punkt) erzeugt werden. Im darauffolgenden Block 13 werden die *RGB*-Bildsignale in ein farbusabhängiges Helligkeitssignal *Y* (Luminanzsignal) und zwei helligkeitsunabhängige Farbdifferenzsignale *U*, *V* (Chrominanzsignale) transformiert. Die Transformation erfolgt dabei in bekannter Weise nach folgenden Gleichungen:

$$\begin{aligned} Y &= 0,3 R + 0,6 G + 0,1 B \\ U &= B - Y \\ V &= R - Y \end{aligned}$$

Die Transformation setzt transparenzlineare Signale voraus. Mittels der Schaltung 14, der nur die Chrominanzsignale *U*, *V* zugeführt werden, wird die Farbsättigung in Abhängigkeit des nach der Kontrastbewertung vorhandenen Luminanzsignals *Y* automatisch korrigiert. Unabhängig davon kann die Farbsättigung in mehreren Stufen über Tasten an der Eingabe 5 vorge wählt werden. Das Luminanzsignal *Y* durchläuft im unteren Kanal eine Kontrastbewertungsschaltung 15 zur Modifizierung bzw. Anpassung der Gradation (globale Kontrastverarbeitung) und getrennt davon zur Anhebung hoher Ortsfrequenzen (lokale Kontrastverarbeitung). Die modifizierten Chrominanz- und Luminanzsignale werden im Block 16 entsprechend den Umkehrfunktionen der oben erwähnten Gleichungen in die entsprechenden *RGB*-Signale rücktransformiert. Diese Signale werden dann in der Logarithmierschaltung 17 logarithmiert, so daß in der darauffolgenden Signalverarbeitung wieder dichtelineare Bildsignale anstehen.

Die Transformation *RGB* → *YUV* wurde aus der Videotechnik übernommen und hat sich bei der elektronischen Bildverarbeitung im vorliegenden Falle gut bewährt. Daneben gibt es jedoch noch andere Transformationen, die ein reines Helligkeitssignal *Y* und zwei, die Farbinformation enthaltende Chrominanzsignale *C*₁ und *C*₂ liefern. Dazu gehören insbesondere die IHS-Transformation und die Lab-Transformation. Bezüglich der Einzelheiten wird auf die Fachliteratur verwiesen (s. z. B. W. K. Pratt, Digital Image Processing, John Wiley & Sons; S. 84 bis 87). Bei den nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispielen wurde der Einfachheit halber immer die *RGB* → *YUV*-Transformation vorausgesetzt.

Anhand der Ausführungsbeispiele sollen nun die schaltungstechnischen Maßnahmen im Zusammenhang mit der Farbsättigungskorrektur in Abhängigkeit der durch die Kontrastbewertungsschaltung 15 veränderten Helligkeit erklärt werden. Die entsprechenden Schaltungen sind Bestandteil des Blockes 14, der mit der Kontrastbewertungsschaltung 15 in Verbindung steht und dessen Funktion im folgenden ausführlich erläutert wird.

Im Luminanz-Chrominanz-System wird der Farb- raum durch die Luminanzachse *Y* und die beiden Chro-

minanzachsen *U* und *V* gebildet. Dementsprechend hat ein Farbvektor *F* eine die Helligkeit bzw. die Leuchtdichte bestimmende Komponente *Y* und zwei nur die Farbinformation enthaltende Chrominanzkomponenten *U*, *V*. In Fig. 3 ist im Luminanz-Chrominanz-Farbraum ein Farbvektor *F*₁ mit der Luminanzkomponente *Y*₁ und den Chrominanzkomponenten *U*₁, *V*₁ dargestellt. Der Koordinatenursprung (*Y* = 0, *U* = 0, *V* = 0) entspricht dem Unbuntpunkt (Graupunkt). Alle Farbvarianten mit der gleichem zum Vektor *F*₁ gehörenden Farbart und unterschiedlicher Leuchtdichte (Helligkeit) liegen auf der mit dem Vektor *F*₁ zusammenfallenden Geraden *G*. Verlängert man den zum Farbvektor *F*₁ gehörenden Chrominanzvektor *C*₁ durch Multiplikation mit einem konstanten Faktor (neuer Chrominanzvektor *C*₂), so wird nur die Farbsättigung erhöht, während der Farbton gleichbleibt. Schwach gesättigte Farben liegen daher in der Chrominanzebene *U*, *V* in der Nähe des Nullpunkts, während die stark gesättigten Farben weiter außen liegen. Dem stärker gesättigten Chrominanzvektor *C*₂ entspricht in Fig. 3 der Vektor *F*₂ auf der Farbartgeraden *G*. Ändert man, ausgehend von dem Farbvektor *F*₁, dagegen nur die Luminanz um ΔY bei konstanten Chrominanzkomponenten *U*₁, *V*₁, so gelangt man zu dem Punkt *F'*. Erst bei einer gleichzeitigen Anhebung der Farbsättigung entsprechend dem Chrominanzvektor *C*₂ würde man den auf der Farbartgeraden *G* liegenden "richtigen" Farbvektor *F*₂ erreichen.

Dies bedeutet in der Praxis, daß bei einer Anhebung der Luminanz (Helligkeit) in bestimmten Bildpartien eine Entsättigung dieser Bildpartien eintritt, während umgekehrt bei einer Absenkung der Helligkeit die entsprechenden Bildteile stärker gesättigt werden. Bei einer Kontrastverarbeitung, wie sie nach Fig. 2 im Luminanzkanal vorgesehen ist, wird also die Farbsättigung verfälscht, wenn nicht spezielle Vorkehrungen getroffen werden.

Gelöst wird dieses Problem durch eine Schaltung zur Korrektur der Farbsättigung, die dafür sorgt, daß bei einer Anhebung des Luminanzsignals von *Y*₁ auf *Y*₂ in Fig. nicht der Punkt *F'* erreicht wird, sondern der Endpunkt des Farbvektors *F*₂. Wendet man den Strahlensatz auf die Dreiecke an, die durch die Vektoren *F*₁ und *C*₁ bzw. *F*₂ und *C*₂ gebildet werden, so ergibt sich:

$$\left| \frac{F_1}{F_2} \right| = \frac{Y_1}{Y_2} = \left| \frac{C_1}{C_2} \right| = \frac{U_1}{U_2} = \frac{V_1}{V_2}.$$

Daraus folgt, daß

$$U_2 = U_1 \cdot \frac{Y_2}{Y_1}; V_2 = V_1 \cdot \frac{Y_2}{Y_1}.$$

Eine farbrichtige Sättigungskorrektur erfolgt also dann wenn beide Chrominanzkomponenten *U*₁, *V*₁ mit demselben Faktor Y_2/Y_1 multipliziert werden. Durch diese Operation bleibt der ausgewogene Farbeindruck (Farbart und Farbsättigung) auch bei einer Kontrastverarbeitung im Luminanzkanal, bei der die Leuchtdichte in bestimmten Bildbereichen gezielt verändert wird, unverändert erhalten; d. h. die mit einer Helligkeitsverminderung einhergehende Zunahme der Farbsättigung und vice versa die mit einer Helligkeitszunahme einhergehende Abnahme der Farbsättigung werden automatisch kompensiert.

Häufig wird bei der globalen Kontrastbewertung einer Bildvorlage (Kontrastbewertungsschaltung 15 in

Fig. 2) eine S-förmige Gradationskennlinie nach Fig. 4 zugrundegelegt. Die S-förmige Kennlinie bedeutet, daß die Helligkeit bei kleinen Werten abgesenkt (Bereich I) und bei großen Werten (Bereich II) angehoben wird. Außerdem findet im mittleren Bereich (Wendepunkt) eine Kontrastanhebung statt. Zur Verdeutlichung ist in Fig. 4 die 45°-Gerade für die 1:1-Übertragung von $Y \rightarrow Y'$ eingezeichnet. Ohne die oben beschriebene Farbsättigungskorrektur würden daher die relativ dunklen Bildbereiche I übersättigt und die relativ hellen Bildbereiche II entsättigt erscheinen. Diese Farbsättigungsverschiebung wird mit Hilfe der Schaltung gemäß Fig. 5 kompensiert.

Die Transformation der RGB-Bildsignale in die YUV-Signale in Block 13 und die Rücktransformation der modifizierten Luminanz- und Chrominanzsignale Y' , U' , V' im Block 16 nach der Kontrastbewertung 15 und der Farbsättigungskorrektur 14 wurden schon im Zusammenhang mit Fig. 2 kursorisch behandelt (siehe Seite 11). Die Kontrastbewertungsschaltung 15 modifiziert das Luminanzsignal, z. B. nach der Gradationskennlinie gemäß Fig. 4. Das Original-Luminanzsignal wird nun vor der Kontrastbewertungsschaltung 15 abgegriffen und einer Dividierschaltung 18 zugeführt, wo der Reziprok-Wert (hier $1/Y_1$) gebildet wird. Dieser Wert wird dann in einem Multiplizierbaustein 19 mit dem Luminanzsignal Y' (hier Y_2) nach der Kontrastverarbeitung 15 multipliziert. In einer weiteren Multiplikationsschaltung 20 werden anschließend die beiden originalen Chrominanzsignale U , V (hier U_1 , V_1) mit dem Ausgangssignal Y_2/Y_1 der Schaltung 19 multipliziert. Die so modifizierten Chrominanzsignale U' , V' werden dann, wie schon erwähnt, im Block 16 rücktransformiert.

In der Praxis haben die Chrominanzkanäle einen begrenzten Aussteuerbereich, so daß der Fall auftreten kann, daß bei einer Anhebung der Farbsättigung in einem Kanal oder beiden Kanälen die Aussteuergrenze bezüglich RGB-Kanal erreicht bzw. überschritten wird. Diese Übersteuerung führt zu unerwünschten Veränderungen der Farbart, d. h. zu Farbverfälschungen. Eine Besserung kann ein zusätzliches Übertragungsglied 21 (siehe Fig. 7) mit einer nicht linearen Kennlinie nach Fig. 6 schaffen, das zwischen den Multiplikationsschaltungen 19 und 20 eingefügt wird. Dieses Übertragungsglied bewirkt, daß das Luminanzverhältnis Y_2/Y_1 mit einem Korrekturfaktor k versehen wird, der, ausgehend von kleinen Werten von Y_2/Y_1 relativ groß ist und großen Werten von Y_2/Y_1 hin abnimmt. Nach Fig. 6 ist z. B. im ersten Kennlinienabschnitt S_1 $k = 1$ und im zweiten Kennlinienabschnitt S_2 $k = 0,5$. In dem anschließenden dritten Abschnitt S_3 verläuft die Kennlinie danach horizontal. Dadurch können bei starken Farbsättigungskorrekturen auftretende Farbverfälschungen vermindert werden.

Das Übertragungsglied 21 wird in der Praxis mit Hilfe einer Look-up-Table (LUT) realisiert, die entsprechend der gewünschten sublinearen Kennlinie (s. Fig. 6) programmiert ist. Anstelle einer abgeknickten Kennlinie mit abnehmender Steigung kann dabei auch eine kontinuierlich konvex gekrümmte Kurve zugrundegelegt werden (gestrichelte Kurve in Fig. 6).

Bei der Kontrastbewertung wurde hier vorausgesetzt, daß alle Bildelemente mit einer Gradationskurve nach Fig. 4 bewertet werden (globale Kontrastverarbeitung). Die Kontrastbewertungsschaltung 15 kann jedoch auch eine Apertur-Korrektur enthalten, um die Übertragung feiner Bilddetails und damit die Bildschärfe zu verbessern. Dabei werden die Kontraste gezielt

bei hohen Ortsfrequenzen angehoben. Im Gegensatz zu globalen Kontrastverarbeitung handelt es sich in diesem Falle um eine lokale Kontrastverarbeitung. Da die lokale Kontrastverarbeitung normalerweise ebenfalls im Luminanzkanal durchgeführt wird, liegt es nahe, daß sie mit in die Farbsättigungskorrektur gemäß Fig. 5 bzw. Fig. 7 einbezogen wird.

Die hier beschriebenen schaltungstechnischen Ausführungsbeispiele basieren auf einer digitalen Signalverarbeitung. Es steht jedoch nichts im Wege, die Schaltungsprinzipien nach Fig. 5 bzw. Fig. 7 in Analog-Technik zu realisieren.

- Leerseite -

3629403

AGFA-GEVAERT AKTIENGESELL

Nummer:
Int. Cl.4:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

36 29 403
H 04 N 1/46
29. August 1988
3. März 1988
1/4

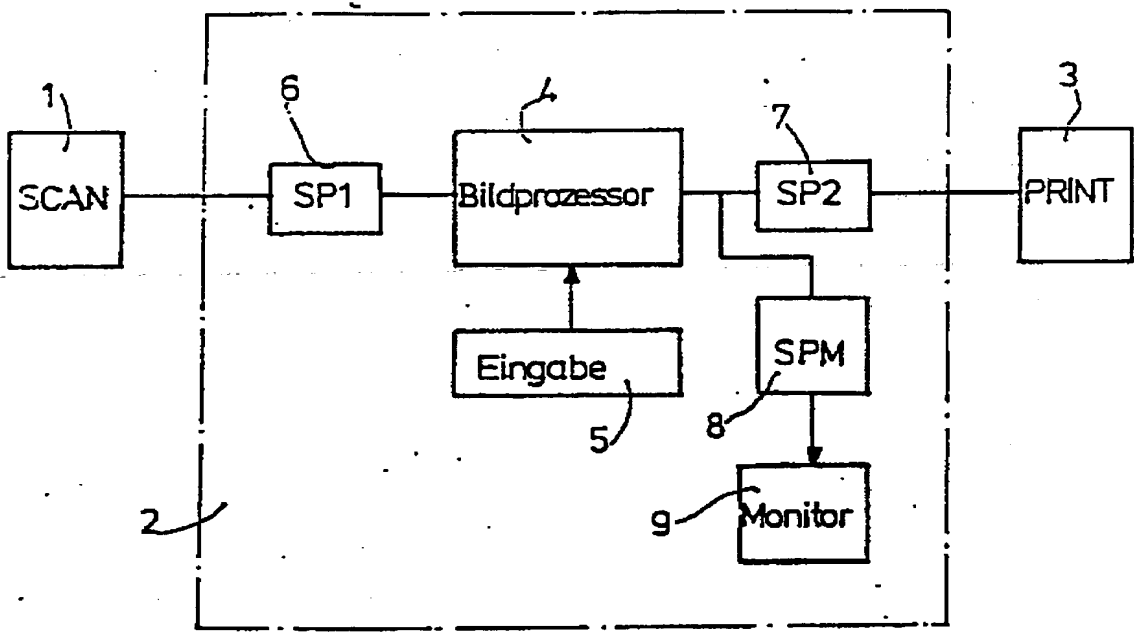


FIG1

ORIGINAL INSPECTED

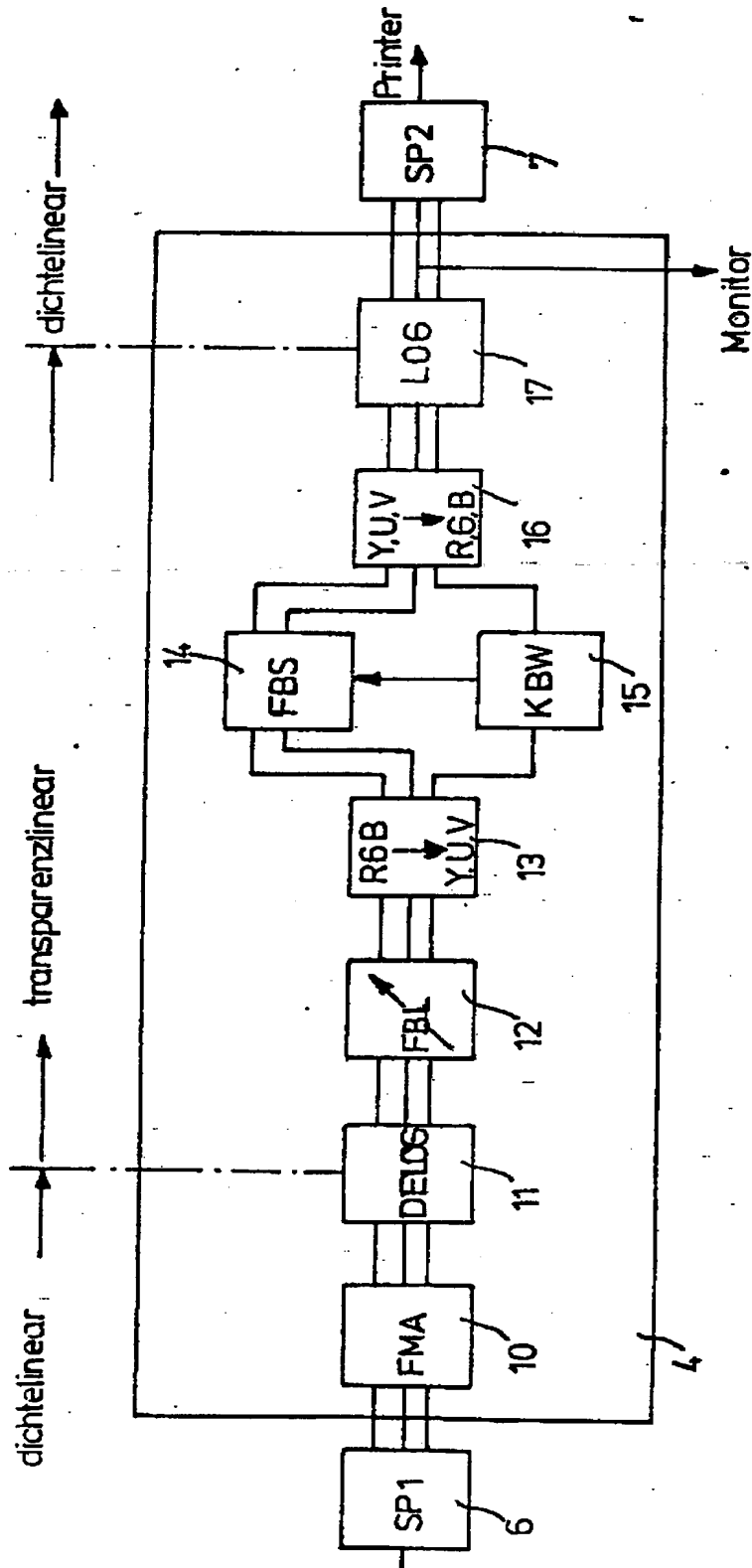
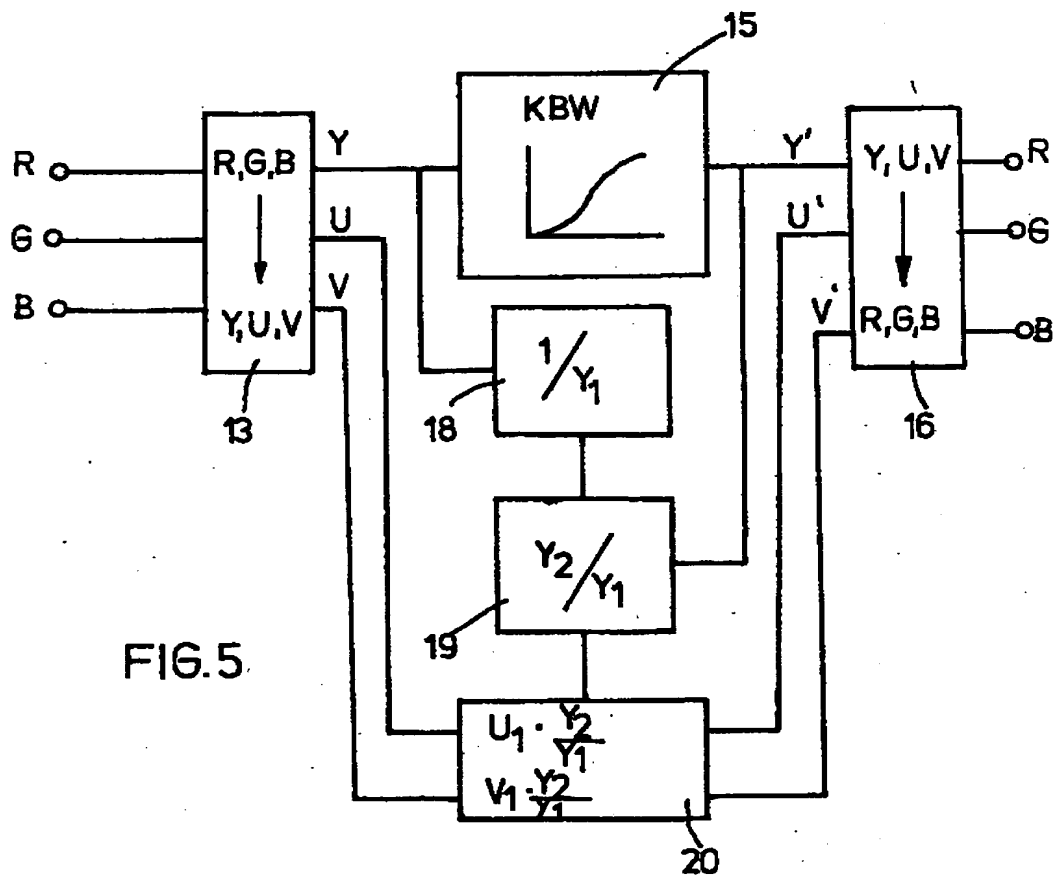
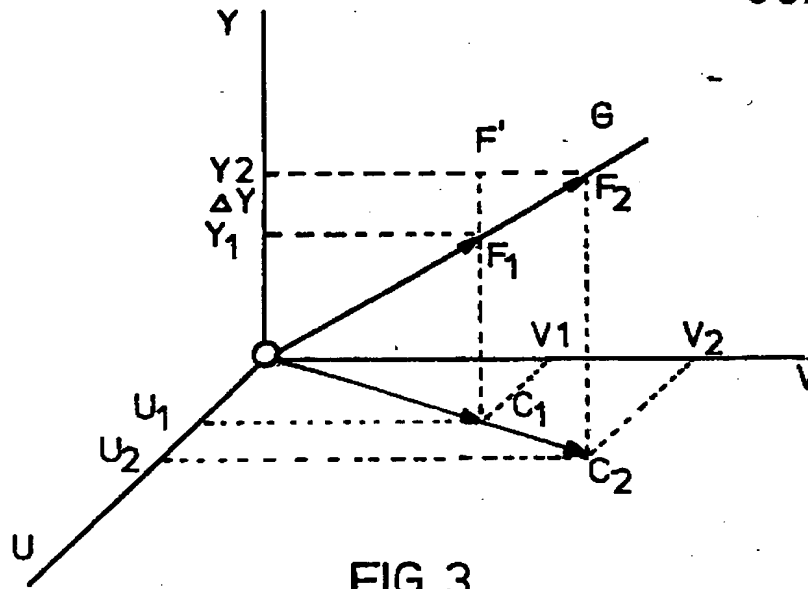


FIG. 2

ABFA-GEVAERT AKTIENGESELLSCHAFT

3/4
3629403



AGFA-GEVAERT AKTIENGESellschaft

4/4

3629403

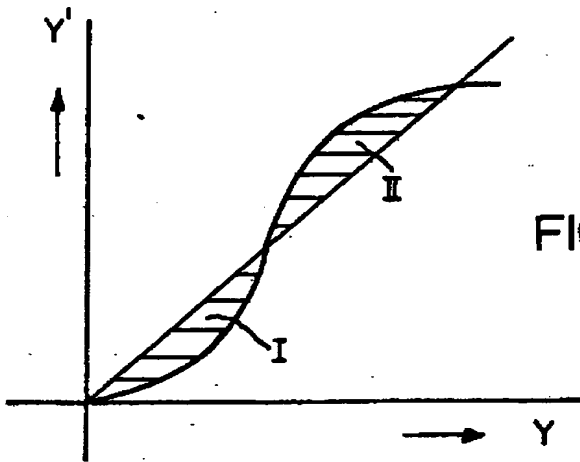


FIG. 4

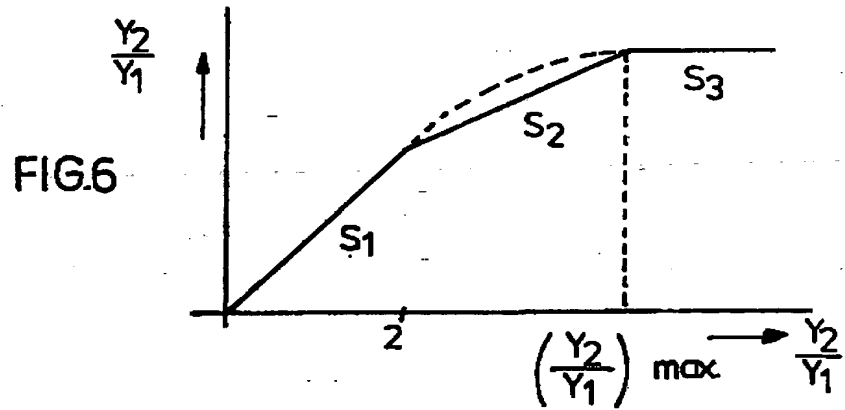


FIG. 6

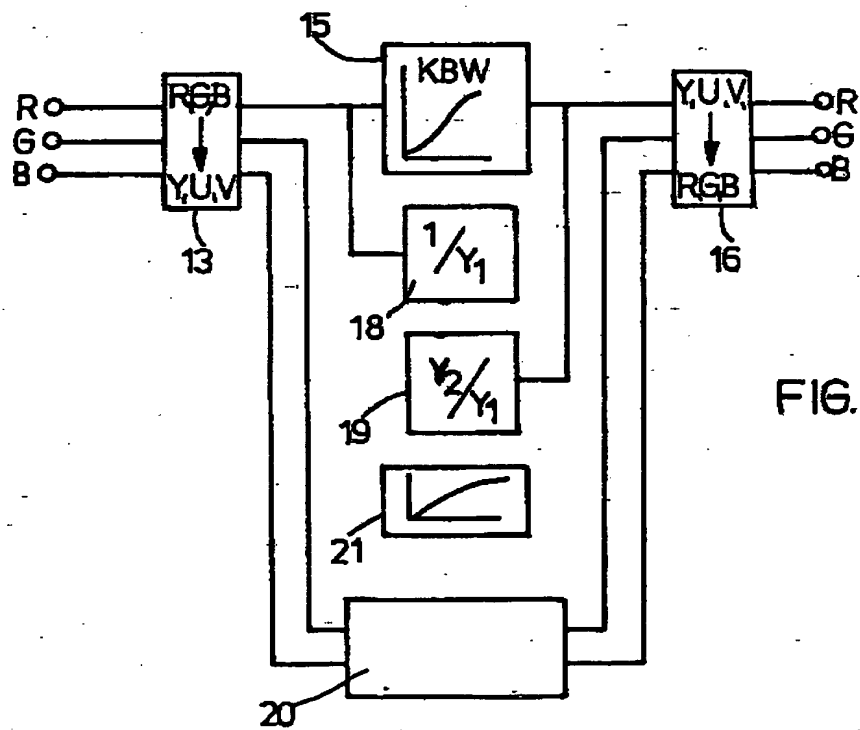


FIG. 7

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.